

El Río Hum (actual Río Negro) antes y después de la Represa de Rincón del Bonete en San Gregorio de Polanco (Tacuarembó, Uruguay)

The Hum River (current Negro River) before and after the Rincón del Bonete dam at San Gregorio de Polanco (Tacuarembó, Uruguay)

DOI: 10.34188/bjaerv5n5-009

Recebimento dos originais: 01/10/2022
Aceitação para publicação: 28/11/2022

Esther Pirez
Escuela N° 3 Américo Beiso. Arturo Mollo 201. CP.45200. San Gregorio de Polanco, Tacuarembó, Uruguay
E-mail: esterpirez@gmail.com

Juan Manuel Méndez Ortiz
Artista escultor en ArteLista.com Barcelona, España. 18 de Julio S/N. CP 45200. San Gregorio de Polanco, Tacuarembó, Uruguay

Camila Estramil
Profesorado de Geografía, Instituto de Formación Docente. Iturria 1245. CP. 15600. Pando, Canelones, Uruguay
E-mail: camilaestramil17135@gmail.com

Graciela Piñeiro
Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias. Iguá 4225. CP. 11400. Montevideo, Uruguay
E-mail: fossil@fcien.edu.uy

RESUMEN
La primera usina de generación hidroeléctrica conocida como represa "Dr. Gabriel Terra", que se instaló sobre el Río Negro (Río Hum para los indígenas) en 1945, inundó las zonas más bajas a su alrededor y modificó el paisaje natural del Paso Polanco en el Departamento de Tacuarembó. Desde entonces, el Hum se ensanchó formando un gran lago de aproximadamente 120 mil hectáreas y transformó al pueblo allí establecido en el hoy reconocido balneario turístico San Gregorio de Polanco. De esa forma, la obra transformó el paisaje natural que allí existía en un ambiente modificado por el hombre y dejó una huella ambiental and socioeconómica que no sólo sería irreversible sino que daría lugar a cambios comparativamente más severos que impactaron aún más el ecosistema del río, y produjeron una gradual contaminación de sus aguas. El embalse del Río Hum estuvo inicialmente dirigido a la producción de energía hidroeléctrica, pero es también utilizado como fuente de agua para el consumo humano, para abastecer al turismo y a sectores como la pesca y la cría artificial de peces para exportación, en general aspectos que pueden considerarse como positivos para la comunidad. No obstante, la construcción de esta obra afectó considerablemente el monte ribereño, impactó el hábitat de muchas especies de la fauna autóctona tanto acuática como terrestre y produjo el desplazamiento obligado de gran parte de la población que tenía un proyecto de vida y perspectivas de prosperidad en su pueblo natal. Evidentemente, estas consecuencias representan el impacto negativo inmediato que dejó la represa para Rincón de Bonete, pero en la percepción de la población actual parecen ser, quizás por desconocimiento, poco significativas. El gran embalse ha atraído inversiones para desarrollar proyectos que se proponen



como importantes para la economía de la región y del país como la producción de pasta de celulosa. Pero las derivaciones ambientales de estas actividades para con la preservación del ecosistema, son aún inciertas. El objeto de este trabajo es mostrar un panorama general del ecosistema del Río Hum y la población que se desarrollaba a su alrededor previo a la construcción de la represa en Rincón de Bonete, de manera de disponer de esa información en torno a la evaluación de la naturaleza de los cambios, tanto ambientales como sociales que están reflejados en el paisaje actual de la zona. Asimismo, se discuten las implicancias de la nueva dinámica hidráulica del río Hum post embalse, particularmente los procesos geomorfológicos del flujo que generaron un cambio en los patrones de erosión y depositación que influyeron en la geología del lugar, dejando al descubierto yacimientos paleozoicos portadores de importantes fósiles para nuestro patrimonio cultural que son descritos por primera vez en este trabajo.

Palabras clave: Embalses, ecosistema Río Hum, impacto ambiental, patrimonio fosilífero, preservación.

ABSTRACT

The first hydroelectric power plant known as the "Dr. Gabriel Terra" dam, which was installed on the Río Negro (Río Hum for the Indians) in 1945, flooded the lowest areas around it and modified the natural landscape of Paso Polanco in the Department of Tacuarembó. Since then, the Hum widened forming a large lake of approximately 120 thousand hectares and transformed the town there established in the now recognized tourist resort San Gregorio de Polanco. In this way, the work transformed the natural landscape that existed there into an environment modified by man and left an environmental and socioeconomic footprint that would not only be irreversible but would lead to comparatively more severe changes that further impacted the ecosystem of the river, and produced a gradual contamination of its waters. The Hum River reservoir was initially aimed at the production of hydroelectric energy, but it is also used as a source of water for human consumption, to supply tourism and sectors such as fishing and artificial fish breeding for export, in general aspects that can be considered positive for the community. However, the construction of this work considerably affected the riverside forest, impacted the habitat of many species of native fauna both aquatic and terrestrial and produced the forced displacement of a large part of the population that had a life project and prospects of prosperity in their hometown. Obviously, these consequences represent the immediate negative impact that the dam left for Rincón de Bonete, but in the perception of the current population they seem to be, perhaps due to ignorance, insignificant. The large reservoir has attracted investments to develop projects that are proposed as important for the economy of the region and the country such as the production of cellulose pulp. But the environmental ramifications of these activities for ecosystem preservation are still uncertain. The purpose of this work is to show an overview of the ecosystem of the Hum River and the population that developed around it prior to the construction of the dam in Rincón de Bonete, in order to have that information around the evaluation of the nature of the changes, both environmental and social that are reflected in the current landscape of the area. Likewise, the implications of the new hydraulic dynamics of the Hum river post reservoir are discussed regarding geomorphological processes of the flow, particularly those that generated a change in the patterns of erosion and deposition that influenced the geology of the place, revealing Paleozoic sites carrying important fossils for our cultural heritage, that are described for the first time in this work.

Keywords: Reservoirs, Hum River ecosystem, environmental impact, fossiliferous heritage, preservation.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 HISTÓRICO DEL RÍO HUM Y DE LA LOCALIDAD DE SAN GREGORIO DE POLANCO

La localidad de San Gregorio de Polanco se encuentra ubicada en el centro de la República Oriental del Uruguay a orillas del Río Negro, en el departamento de Tacuarembó (Fig. 1). Antes de la conquista española, vivían en esta zona los indígenas, a orillas de un angosto y tortuoso curso de agua al que llamaban Hum y que hoy conocemos como Río Negro. El 16 de noviembre de 1853, el general José Gregorio Suárez fundó allí una población, en tierras que él mismo junto a un estanciero de la zona llamado Juan Cardozo, donaron. Se la llamó San Gregorio en homenaje a su Fundador, mediante la alusión a un santo católico, siguiendo la costumbre española. Se le agregó "de Polanco" porque el paraje era conocido desde antes como "Paso de Polanco"; en ese lugar el Río Negro era un fino hilo de agua y podía atravesarse a pie (Figs. 2A y 3A).

Así, San Gregorio de Polanco fue sin duda el paso más frecuentado en las rutas que unían el norte y el sur del país rodeado de flora y fauna autóctona. Por tal motivo se programó la construcción de un puente que uniera este este paso con la ciudad de Durazno, que finalmente no prosperó (ver debajo). Los pilares que documentan la obra inconclusa aún pueden observarse en la zona de Paso Romero, donde una balsa realiza el trabajo de transportar los vehículos que llegan desde el departamento de Durazno y se dirigen a San Gregorio de Polanco en el departamento de Tacuarembó y viceversa.

Entre las especies de árboles nativos abundantes en esa zona durante el fin de la centuria del 1800 y comienzos de la siguiente, se destacan los sauzales (Salix humboldtiana), sarandíes (Phyllantus sellowianus), coronillas (Scutia buxifolia), espinillos (Vachellia caven), molles (Schinus lentiscifolius), pitangueros (Eugenia uniflora), arueras (Lithraea brasiliensis), enviras (Daphnopsis racemosa), mburucuyas (Passiflora coerulea), talas (Celtis ehrenbergiana) y curupíes (Sapium linearifolium). Mientras tanto, los zorros, lobitos de agua, carpinchos, nutrias, tucu-tucus, liebres, mulitas, ñandúes y lagartos conformaban la fauna más característica del lugar.

Al construirse la represa en 1945, la zona cambió sustancialmente (Fig. 2B-3B), los montes nativos quedaron cubiertos de agua (Fig. 3B), el puente no se terminó de construir causando un descenso de la población de 6000 a 2500 habitantes. Luego de la construcción de la represa de Rincón del Bonete, el pueblo dejó de ser un paso con casas a orillas del rio, transformándose gradualmente en el gran embalse con kilómetros de arena que hoy constituye una gran atracción turística tanto para uruguayos como para extranjeros que allí veranean.

1.2 LAS REPRESAS HIDROELÉCTRICAS EN EL SIGLO XX: EL AGUA COMO GENERADORA DE ENERGÍA

La proliferación de las grandes represas hidroeléctricas comenzó en la primera mitad del Siglo pasado a partir de una política de los Estados en pos de lograr el autoabastecimiento energético usando los abundantes recursos hídricos que tenía el planeta. En aquel entonces, las energías limpias eran las que se obtenían a costa del embalse de cursos de agua superficiales. Obviamente, esta estrategia para producir energía requería contar con abundantes recursos de agua, una virtud en la que Uruguay siempre se destacó. Por tanto, Uruguay siguió ese empuje por construir represas para obtener energía limpia, barata y renovable, el cual comenzó luego de la segunda guerra mundial en grandes países como Rusia y EEUU. No obstante, ese empuje tuvo un punto final cuando el agua comenzó a escasear debido a las necesidades de riego de los enormes campos cultivados con granos convencionales. El boom de la construcción de grandes represas termina en 1999 probablemente con el advenimiento de las semillas genéticamente modificadas y la siembra directa, la cual se perfila en aquella época como la nueva forma de producción agrícola que persiste hasta el día de hoy. La historia del represamiento de los ríos sin embargo no se detiene, al menos en América del Sur se transforma en torno a diferentes objetivos: mientras las grandes represas se construyeron con el fin primordial de obtener energía, el micro-represamiento, una forma alternativa de retener agua en más de una sección de los grandes ríos, se realiza para además cubrir la demanda del riego intensivo de los extensos cultivos convencionales. Por lo tanto, es importante destacar que si bien la construcción de las grandes represas durante la mitad del siglo XX generó fuertes impactos para el ambiente y el ecosistema de los ríos (Flaminio et al., 2021 y referencias allí incluidas), la transición hacia el micro-represamiento para cubrir necesidades de energía y riego para la agricultura significó un daño comparativamente mayor (Di Baldassarre, 2018), porque no solo modifica los ríos en varios sectores a lo largo de su cauce, sino que permite la expansión de la agricultura y el incremento del riego a niveles que sobrepasan con creces el volumen de agua que el río recibe por medio de las precipitaciones. En el Río Negro, luego de la construcción de la Represa Dr. Gabriel Terra, en San Gregorio de Polanco, se construyeron dos más río abajo: Baygorria en Paso de los Toros y Palmar.

Estas nuevas prácticas agrícolas produjeron en el siglo XXI una reducción sin precedentes de los reservorios de aguas subterráneas en todo el mundo (Dalin et al. 2017; ver también Di Baldassarre et al., 2021). Hoy en día, con el discurso del cambio climático y la sustentabilidad, desde algunos sectores se propone desmantelar las grandes represas y permitir que el ecosistema se recupere una vez que el flujo del agua se libere completamente (Flaminio et al., 2021). Pero lo cierto es que la energía hidroeléctrica ha quedado en un segundo plano en varios países que adoptan la

energía eólica como alternativa; este es sin duda el caso de Uruguay, donde la principal fuente de nuestra matriz energética la constituye la energía eólica y la hidroeléctrica ha pasado a un segundo plano seguido muy de cerca de la energía proveniente de la biomasa (eólica: 40%, hidroeléctrica: 30%, biomasa: 20%, solar: 4%según datos del Ministerio de Industria, Energía y Minería correspondientes al año 2020). Esta distribución, donde el uso de combustibles fósiles solo representa un 6%, ha distinguido al país como un ejemplo para la región y el mundo, en el uso de energías renovables. No obstante, la mala noticia es que con este cambio en la matriz energética, la electricidad que antes era proporcionada por el Estado, hoy depende de inversiones extranjeras (Infobae, 2022).

En este trabajo se describen algunas de las transformaciones del paisaje como parte de nuestro patrimonio cultural y los impactos ambientales provocados por la construcción de la Represa Dr. Gabriel Terra sobre el Río Hum en el área de Paso Polanco. Como contribución novedosa se destaca la descripción de los cambios producidos sustentados en fotografías y relatos de la época que nos permitieron reconstruir más vívidamente lo que significó a nivel de la sociedad la construcción de esta obra en Rincón de Bonete. La reducción del monte nativo, el concomitante movimiento migratorio de animales y la aparición forzada de nuevas especies son aspectos que se evalúan en pos de determinar el grado del impacto que representó esta obra para los ecosistemas nativos, en comparación con otras intervenciones antropogénicas que se fueron sucediendo en el tiempo.

Adicionalmente, se reseñan los procesos geomorfológicos del flujo que regularon los patrones de erosión y depositación luego de la inundación del lago por la represa, fundamentalmente los que influyeron en la geología del lugar cubriendo varias zonas de importantes yacimientos fosilíferos, pero dejando al descubierto otros por la acción erosiva del agua como los presentes en la zona de Ruinas de Beisso sobre la margen izquierda del río en el Departamento de Durazno. Alguno de los fósiles hallados en esas barrancas son aquí descriptos y su importancia en el contexto estratigráfico, paleoambiental y paleoclimático es evaluada.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La reconstrucción y el análisis comparativo del ecosistema Río Negro, previo a la construcción de la represa de Rincón del Bonete se realizó a través de la información obtenida mediante entrevistas con pobladores de San Gregorio de Polanco y fotografías de la época aportadas por el Sr. Toño Pereira, quien actualmente se desempeña como periodista destacado en San Gregorio de Polanco por sus aportes al conocimiento de la evolución histórica del balneario. Otras herramientas utilizadas incluyen un bote para recorrer el río, una cámara fotográfica marca Canon

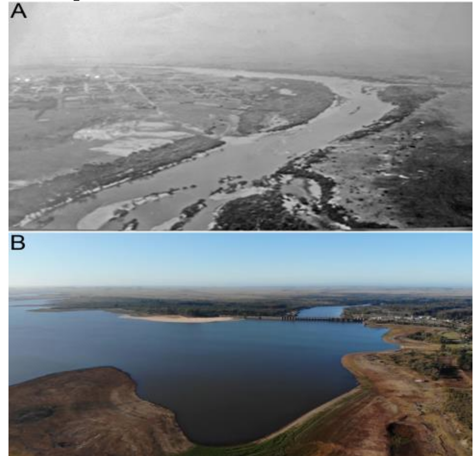


PC2164, de 16.1 Megapixels y los celulares de los autores con los cuales se registraron algunas de las imágenes incluidas en este estudio. Los fósiles que se describen en la sección de Geología y Paleontología (3.6, 3.7 y 3.8) pertenecen a la colección Juan Manuel Méndez-Intendencia Municipal de Tacuarembó (JMM-IMT) y fueron preparados con las técnicas convencionales usadas en Paleontología.

Figura 1. Ubicación del balneario San Gregorio de Polanco a orillas del Río Negro (en rojo), y de la usina Dr. Gabriel Terra (en naranja) en el Departamento de Tacuarembó.



Figura 2. El Río Negro antes y después de la Represa Dr. Gabriel Terra. A. Vista aérea de la antigua localidad de San Gregorio de Polanco sobre el río Negro antes de la construcción de la represa. Foto: Toño Pereira. B. Imágen aérea del lago de San Gregorio de Polanco y de la Represa de Rincón del Bonete.



3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EL RÍO NEGRO DESPUÉS DE LA REPRESA DE RINCÓN DEL BONETE

A través de las entrevistas y el material fotográfico inédito proporcionado por el periodista Toño Pereira pudimos obtener datos de la época anterior a la construcción de la represa de Rincón del Bonete en 1945, mediante los cuales pudimos percibir que la modificación ecosistémica del Río Hum y alrededores en el Paso Polanco, fue muy significativa (ver Figs. 2B-3B).

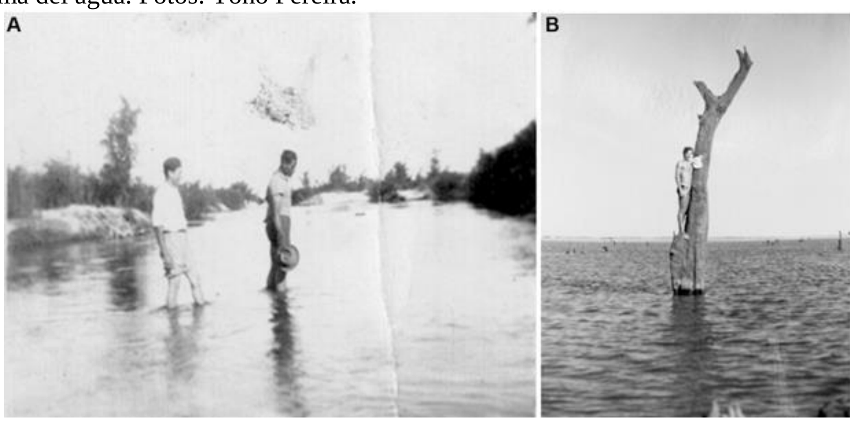


La construcción de la represa cambió la geomorfología del cauce del río y de su llanura de inundación, aumentando su caudal de agua y su profundidad en el Paso Polanco. También cambió su régimen de flujo, pasando de un río en movimiento a un lago con aguas estancadas que luego de la erosión de los médanos, originalmente presentes en sus orillas, se convirtió en la playa del balneario San Gregorio de Polanco. Aunque los efectos de las represas no siguen un patrón de modificaciones que pueda ser aplicado en todos los casos, el impacto ecológico se da cuando el río se desborda y cubre su antigua llanura de inundación, perdiendo gran parte de la flora que allí se desarrollaba (Marren et al., 2014).

De acuerdo con algunos autores (e.g. da Silva et al., 2020), las represas de gran porte como la que se instaló en el Río Hum en 1945, presentan algunos beneficios para la población referidos a la obtención de electricidad barata y de forma limpia, por servir como reservorio de agua disponible para el consumo de la población y en ciertos casos para cubrir necesidades de riego en la agricultura, y asistir al turismo. Específicamente, en San Gregorio de Polanco la represa brinda esos "beneficios" que han sido favorables al desarrollo turístico y económico de la región. Sin embargo, desde el punto de vista del impacto ambiental, la mayoría de los especialistas creen que aún no conocemos a ciencia cierta cómo las represas afectan a la biota de estos ecosistemas (Xisto Da Silva et al., 2020).

Otra consecuencia o efecto de la represa de Rincón del Bonete fue el impacto social sufrido por muchos vecinos de centros poblados que se desarrollaban a lo largo del cause del río Hum o de sus tributarios que fueron desalojados de sus viviendas por la inundación. El mejor ejemplo de esta situación lo representa el pueblo de Cardozo Grande, el cual nació con la expansión del ferrocarril hacia la ciudad de Tacuarembó y por tanto con perspectivas de crecimiento, pero fue transformado por el embalse en un conjunto de ruinas subacuáticas al ser afectadas el 80% de sus construcciones urbanas. Por este motivo se lo recuerda como "el pueblo sacrificado".

Figura 3. El Río Negro en la zona de Paso Polanco, antes e inmediatamente después de la construcción de la Represa. A. La imagen muestra el cauce del Río Hum previo a la construcción de la represa, era tan angosto y poco profundo que permitía a los habitantes del pueblo cruzarlo a pie durante todo el año. B. Luego de la inundación y formación del lago el monte nativo queda cubierto por el agua. Hasta el día de hoy se pueden ver los troncos de árboles de esos montes asomando por encima del agua. Fotos: Toño Pereira.





3.2 CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE LINEAL DE PROTECCIÓN COSTERA

Las transformaciones del paisaje han sido muy notorias. El cambio más notable fue la modificación de los médanos, los cuales sufrieron el embate de las aguas del lago que los fueron transformando en la playa de arena que hoy en día tiene una gran importancia turística. La erosión de las dunas combinado con las grandes lluvias producidas en los últimos años, produjeron desbordes del lago que hicieron que el agua se acercara peligrosamente a la zona urbana de San Gregorio de Polanco. A manera de protección de estos embates, en diciembre de 2017, se presentó un proyecto para la construcción de un "Parque Lineal de Protección Costera" (Fig. 4), con la finalidad de recuperar la zona de intervención y promover nuevos usos de la misma y también para minimizar el peligroso avance de las aguas hacia el balneario durante los episodios de fuertes precipitaciones (Diario Tacuarembó2030, 2013).

Figura 4. Estructuras de contención generadas a partir del Proyecto Parque Lineal de Protección Costera en San Gregorio de Polanco. A. Etapa de la construcción. B. Obra de la barrera de contención finalizada.



En tiempos recientes el lago fluctúa considerablemente su nivel, observándose tanto inundaciones que llegan hasta la muralla del Parque Lineal (Fig. 4A), como sequías que dejan al descubierto los restos de los árboles que formaban parte del monte nativo destruído por la represa (Figs. 3B, 4B-5).

3.3 CAMBIOS EN LA FLORA Y LA FAUNA

Los árboles nativos que conformaban el monte ribereño del Río Hum inundado han sido sustituidos por montes de eucaliptus que fueron plantados para monte de abrigo y fijación de las

dunas hace 20 y 30 años, se han adapatado a los cambios causados por el funcionamiento de la represa y la oscilación del nivel de agua. En algunas áreas a lo largo de la margen derecha del río se observa una serie de estos eucaliptos con sus raíces al descubierto levantándose hasta 3 metros inclusive desde el suelo que ha sido degradado por la erosión del agua (Fig. 6A). En ocaciones se observa una hilera de árboles cuyas raíces principales se volvieron aéreas y desarrollaron una morfología similar (Fig. 6B). Este tipo de erosión en las zonas donde existen represas en funcionamiento es un proceso peligroso y podría indicar una agradación de sedimento por erosión y depositación que eleva el nivel del canal del río y puede reducir su capacidad de retención, así como también otras funciones básicas (Šilhán et al., 2016).

De la flora autóctona que formaba el monte ribereño del Río Hum quedan relictos en algunos de los meandros más alejados de las zonas urbanizadas. En particular la zona conocida como Ruinas de Beisso, ubicada sobre la margen izquierda del Río Negro actual, frente a la localidad de San Gregorio de Planco conserva, entre los cerros presentes en el lugar, montes con especies nativas que no han sufrido cambios relevantes por el desborde del río porque el agua no llega hasta allí. Así, en esos montes se puede encontrar casi el 90 % de las especies autóctonas dominantes previo al represamiento, como tala (Celtis ehrenbergiana), coronilla (Scutia buxifolia), pitanga (Eugenia uniflora), espinillo (Vachellia caven) y viraró (Ruprechtia salicifolia), entre otras. Dado que esta vegetación siempre caracterizó esta zona del país, es imprescindible asegurar su protección.

Concerniente a las comunidades de peces que habitaban el ecosistema natural del Río Hum, vemos que se han producido algunos cambios importantes. Mientras antes del represamiento y formación del lago abundaban los dorados, los surubíes, las bogas y el patí en la zona de Paso Polanco, hoy esas especies han sido desplazadas río abajo y no se encuentran en el lago ni tampoco aguas arriba del mismo. Según testimonios de los pescadores artesanales, este cambio fue debido a que esas especies remontan el río aguas arriba para desovar y el entramado de restos de troncos y ramas de lo que otrora fuera el monte nativo del río impide que se formen los espacios para que estos peces lleven a cabo la migración natural para completar su reproducción (Torale, comunicación personal, 2022). De hecho, muchos son los trabajos que demuestran cuánto afectan las represas a la reproducción, tanto de peces migratorios como de los que no lo son (e.g., Gomes et al., 2022 y referencias allí incluidas). Sin embargo, recientes estudios han demostrado que la baja temperatura y el bajo tenor de oxígeno existente inmediatamente aguas abajo de la represa no son condiciones favorables para el desove. No obstante unos 20 a 24 km aguas abajo de la represa las condiciones se normalizan y los peces desovan allí (Normando et al., 2014; Gomes et al. 2022). Quizás por este motivo aún pueden encontrarse dorados, surubíes y otras especies muy apreciadas por los pescadores, en la zona de la represa de Palmar.

Hoy en día las especies que más se pescan en el lago son bagres (Pimelodus maculatus), pejerreyes (Odontesthes argentinensis) y tarariras (Hoplias malabaricus).

Para el resto de la fauna autóctona del ecosistema Río Hum se debe acotar que la construcción de la represa ha modificado sus hábitats pero la mayoría de las especies tanto de mamíferos como de reptiles se han mantenido en un nivel de supervivencia aceptable en las décadas que sucedieron a la obra. Sus poblaciones comienzan a disminuir a partir de los cambios en el uso del suelo introducidos por la agricultura a partir de la década del 2000 y la cada vez más extendida forestación de árboles de especies exóticas.

3.4 INGRESIÓN DE NUEVAS ESPECIES EN EL ECOSISTEMA

A los importantes efectos causados a la fauna acuática por parte de la instalación de la represa, particularmente sobre la biología de la reproducción y por tanto la supervivencia de varias especies de peces, se cuenta la aparición de nuevas especies que compiten por el alimento en las zonas inundadas, alrededor de las cuales generalmente se instalan proyectos productivos. Uno de los casos más pintorescos es la aparición de gaviotas marinas en la zona costera de San Gregorio de Polanco durante algunas épocas del año (Fig. 7A). Normalmente las gaviotas marinas pueden migrar hacia zonas más continentales para protegerse de condiciones climáticas adversas o para complementar su alimentación. Más recientemente, estas aves llegan a cuerpos de agua y zonas terrestres donde se desarrollan cultivos convencionales que han recibido aplicaciones de pesticidas, lo que trae aparejado un impacto en la salud de estos animales, aumentando su mortalidad en etapas tempranas de su desarrollo (Favero et al., 2016).

Otros nuevos habitantes del río, ambientalmente más problemáticos, son los mejillones dorados de agua dulce de la especie Limnoperna fortunei, la cual ha ingresado al país desde el este asiático. Se trata de una especie invasora que ha contaminado prácticamente toda la costa del Río de la Plata y muchos ríos del país, encontrándose ahora diseminada también en el Río Negro (Fig. 7B). Un reciente estudio (Paolucci et al., 2012) sugiere que la ingresión de este molusco no sería tan mala considerándose que se ha comprobado que sus estadios larvarios alimentan a alevines de distintas especies de peces como el sábalo (Prochilodus lineatus), las bogas (Leporinus obtusidens), el surubí (Pseudoplatystoma coruscans), el bagre amarillo y blanco (Pimelodus maculatus y Pimelodus albicans) y también de los surubíes (Pseudoplatystoma coruscans) y el patí (Luciopimelodus pati), muchos de los cuales forman parte de la fauna ictícola del Río Negro como se mencionó previamente. No obstante, este mejillón ha ocupado los nichos de las especies de invertebrados nativos, los cuales por ésta y otras causas, están desapareciendo de los ecosistemas de agua dulce del país (Clavijo & Carranza, 2018).


Figura 5. A. Bajantes extraordinarias observadas en el Río Negro en los últimos años dejan al descubierto los restos del monte nativo que caracterizaba el ecosistema del río antes de la construcción de la represa (B).



3.5 PLANTAS DE CRÍA DE ESTURIONES

La cría artificial de esturiones para la producción de caviar se realiza en el Río Negro desde el año 1992, fue iniciada por el empresario Walter Alcalde en la represa de Baygorria, ubicada río abajo cerca de Paso de los Toros. Posteriormente en 2010 se instalaron otras dos empresas, una en Rincón del Bonete y otra en la represa de Palmar, la cual no prosperó (Bacchetta, 2020). Actualmente las condiciones ambientales prosperantes en el Río Negro, con cambios en la temperatura del agua y su contaminación por cianobacterias podrían ejercer un perjuicio importante a la producción de los esturiones, a tal punto que se han realizado perforaciones en las zonas de criaderos de estos peces para bombear agua subterránea que permita enfriar el ambiente en las épocas de verano (Bacchetta, 2020).

3.6 GEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA DE LA REGIÓN DE SAN GREGORIO DE POLANCO Y ALREDEDORES DEL LAGO DE RINCÓN DE BONETE

La inundación de la extensa zona aguas abajo de la represa cubrió sendas áreas de afloramientos rocosos en aquél entonces poco estudiados, además de erosionar barrancas a las que antes el río no llegaba. Las unidades litoestratigráficas representadas en la zona de la represa son fundamentalmente la Formación San Gregorio y la suprayacente Formación Tres Islas (basado en la propuesta de De Santa Ana et al., 2006 y Goso, 1995) o la Formación San Gregorio-Tres Islas en el sentido de Bossi (1966), quien encontró serias dificultades en la delimitación de las unidades a campo abierto y fundamentalmente en su distribución a lo largo del Río Negro en los departamentos de Tacuarembó, Durazno y posiblemente Río Negro.

Estas unidades fueron depositadas durante un período en el que todas las masas continentales colisionaban para formar un supercontinente denominado Pangea, el cual se establece finalmente al final del Carbonífero y comienzo del Pérmico (hace unos 300 millones de años). Por este motivo a



partir del Devónico la Tierra ha pasado por períodos de fuerte actividad tectónica y vulcanismos que influyeron en el clima. Durante la fase de acreción (Paleozoico) el clima fue en general frío y se produjeron varios episodios de glaciaciones, mientras que cuando los continentes se separan nuevamente (Mesozoico), el clima fue cálido, registrándose los promedios de temperatura más altos de toda la historia geológica del planeta. En el contexto climático frío inferido para el Paleozoico fueron depositadas las rocas de la secuencia San Gregorio-Tres Islas, cuya caracterización litoestratigráfica, así como también cronoestratigráfica son controversiales en el entendido de que su edad ha sido asociada a un evento paleoclimático correspondiente a una glaciación Gondwánica que se pensaba había ocurrido a finales del período Carbonífero o principios del Pérmico (hace alrededor de 290 a 300 millones de años) (ver De Santa Ana et al., 2006; Beri et al., 2006; 2010). No obstante, recientes estudios (e.g., Césari et al., 2011) sugieren que en realidad existieron al menos 3 eventos de glaciación paleozoica en Gondwana, abarcando el fin del período Devónico (400 Ma), el Carbonífero temprano (340 Ma) y el Carbonífero Medio a Superior (325 Ma), mientras que en el Carbonífero tardío el clima fue templado a cálido, un resultado al cual adhieren Beri et al. (2010), basados en estudios de asociaciones de polen, esporas y acritarcas (palinomorfos) que les sugieren la existencia de más de un evento de glaciación para esta zona de Gondwana, separados por períodos mayoritariamente cálidos.

Figura 6. Raíces expuestas en eucaliptos sobre el Río Negro (?raíces aéres) adaptadas a las oscilaciones de la profundidad del lago generadas por el funcionamiento de la represa de Rincón del Bonete. A. Raíces de casi 3 m evidencian la dimensión de los cambios en algunas zonas. B. El mismo comportamiento se observa en todod los árboles de una misma fila.

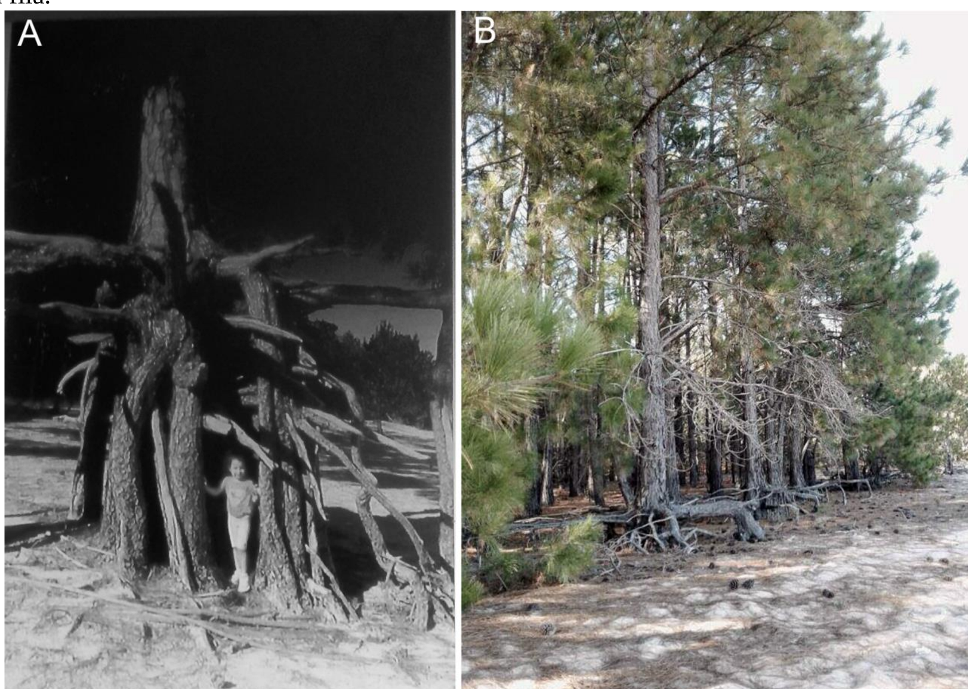




Figura 7. (A). Grupos de gaviotas marinas que llegan al Río Negro en distintas épocas del año. (B). Mejillón dorado (Limnoperma fortunei) molusco invasor proveniente de China, muy abundante actualmente en el Río Negro.



No obstante, contrariamente a lo que plantea el esquema estratigráfico de Césari et al. (2011), Beri et al. (2010) ubican a la Formación San Gregorio en el Pérmico inferior o en el Carbonífero-Pérmico.

Las características litológicas y sedimentológicas de la Formación San Gregorio en la zona de San Gregorio de Polanco indican que esos depósitos corresponden a un período postglaciar, dado que durante la glaciación propiamente dicha no se produce depositación de sedimentos. En realidad, esas rocas representan un momento de mejoramiento climático que permitió que grandes bloques de hielo se desplazaran y produjeran una fuerte erosión y posterior retrabajamiento de las rocas infrayacentes, o sea depositadas antes de la glaciación. Grandes lagos fríos se formaron por el proceso de deglaciación de esos bloques de hielo (De Santa Ana et al., 2006) donde se desarrolló una biota poco diversa conformada principalmente por animales invertebrados de cuerpo blando de los cuales solo se preservan las huellas de su actividad dentro de fondos fangosos.

La literatura existente sobre la determinación de la edad y de los paleoambientes de la sucesión San Gregorio-Tres Islas indica que estos aspectos fueron abordados principalmente a partir del estudio de asociaciones de microfósiles orgánicos como los palinomorfos (De Santa Ana et al., 1993; Beri & Daners, 1996; Beri & Goso, 1998; Beri et al., 2006; 2010, entre otros) y también silíceos como los radiolarios (Braun et al., 2003), hallados en perforaciones que captan distintas capas de la unidad. Mientras tanto, los macrofósiles asignados a la Formación San Gregorio se encuentran preservados en concreciones sideríticas y fosfáticas que no parecen estar in situ, sino que fueron retrabajadas por la acción del movimiento de los glaciares y posteriormente por el agua del lago. Los fósiles preservados dentro de estos nódulos sideríticos, que hasta ahora habían caracterizado a la Formación San Gregorio deberían ser indicadores de climas fríos o postglaciares donde la diversidad es en general baja. Pero descubrimos que no es así y que los nódulos fosilíferos

son en realidad retrabajados de capas subyacentes y fueron redepositados junto a las tillitas de la base de la Formación San Gregorio, lo cual puede ser observado en el área de las Ruinas de Beisso en la margen izquierda del Río Negro, sobre el Departamento de Durazno.

Lo más novedoso y emocionante que dedujimos a través del estudio preliminar de los fósiles hallados dentro de las concreciones es que representan una comunidad de aguas cálidas a tropicales (Neil Landman, comunicación personal con GP, 2021). Dicha comunidad incluye mayoritariamente moluscos cefalópodos asignables a los grupos Ammonoidea y Nautiloidea (Closs, 1967a, 1967b, 1969) y peces actinopterigios asignados al grupo de los peces ganoideos (Beltán, 1977, 1981, 1988), además de plantas no leñosas (licopodios y otros taxones aún no determinados) que presentan una preservación microanatómica extraordinaria. Un estudio preliminar de estos fósiles hallados dentro de los nódulos concrecionales sugiere que ellos ostentan una edad mucho mayor que la que les fuera asignada y esos resultados se presentarán en un próximo artículo que se encuentra en elaboración. Sin embargo, atendiendo a lo sugerido por Césari el al. (2011) la edad que puede ser atribuida para su muerte y preservación dentro de las concreciones puede ser acotada entre el fin del Devónico y el comienzo del Carbonífero, bastante más antigua que la glaciación marcada para el comienzo de este último período, o bien para el período interglaciar que se verifica hacia mediados del Carbonífero. Es interesante destacar que la edad de la formación San Gregorio a través de las asociaciones de palinomorfos es evaluada mediante análisis de muestras provenientes de perforaciones ubicadas en los alrededores de la Ruta Nacional N° 8, a pocos kilómetros al sur de la ciudad de Melo en el Departamento de Cerro Largo. De acuerdo a autores como De Santa Ana et al. (2006), las rocas de la Ruta 8 asignables a la Formación San Gregorio estarían estratigráficamente por encima de la sucesión observada a orillas del Río Negro en Tacuarembó y Durazno. No obstante, la equivalencia estratigráfica entre estos dos paquetes de rocas no está bien establecida, a juzgar de que recientemente se describió otra unidad denominada Formación Cerro Pelado, exclusiva para el Departamento de Cerro Largo (De Santa Ana et al., 2006) y más recientemente otra que fue denominada Formación Tacuarí (Veroslavsky et al., 2006), las cuales se entremezclarían con rocas que siempre fueron asignadas a la Formación San Gregorio-Tres Islas en los alrededores de Melo. Es importante destacar que las tres formaciones (San Gregorio, Cerro Pelado y Tacuarí) fueron depositadas en ambientes postglaciares, y todas presentan la característica secuencia de tillitas, diamictitas, arenas y pelitas con dropstones superpuestas por ritmitas pelíticas con dropstones (Fig. 8). Por tanto, dados los diversos períodos de glaciación y deglaciación que se produjeron entre el Devónico tardío y mediados del Carbonífero, esas formaciones podrían no ser sincrónicas entre sí ni con los depósitos de la Formación San Gregorio-Tres Islas preservados a orillas del Río Negro. En esas secuencias las concreciones fosilíferas no aparecen y los microfósiles le otorgan una edad

Proterozoico Superior a los depósitos de la novel Formación Tacuarí (Pecoits et al. 2012, pero ver Gaucher et al., 2013).

Es claro que ni la Formación San Gregorio-Tres Islas ni la Formación Cerro Pelado (en caso de que pueda ser mejor caracterizada), pueden ostentar una edad Carbonífero tardío-Pérmico temprano, dado que esa edad fue asignada al paquete sedimentario de los pelíticos grises suprayacente, que incluye a la Formación Mangrullo dentro del grupo Melo (Bossi & Navarro, 1991). A través de estudios detallados de sus fósiles excelentemente preservados, los cuales han caracterizado a la Formación Mangrullo como un Konservat Lagerstätte que preserva de manera excepcional tanto fósiles de animales, como de plantas, estructuras delicadas como nervios, glándulas y músculos y hasta comportamientos que ayudan a reconstruir la biología de las especies representadas (Piñeiro et al., 2012; Piñeiro et al. 2016; Calisto & Piñeiro, 2019; Piñeiro et al., 2021, Nuñez Demarco et al., 2022), su edad está siendo calibrada dentro del Carbonífero Superior (Calisto & Piñeiro, 2019).

3.7 LOS FÓSILES HALLADOS EN LAS CONCRECIONES PRESERVADAS EN LA BASE DE LA FORMACIÓN SAN GREGORIO EN LA ZONA DE RUINAS DE BEISSO

Las concreciones son sideríticas (contienen abundantes minerales de hierro) y son muy fosilíferas. Los fósiles preponderantes son los cefalópodos (en principio ammonoideos y nautiloideos), los cuales representan más del 80% de las muestras (Fig. 9A,C). Los peces están bastante subrepresentados, preservados en tan solo un 2% de las muestras, pero la preservación de muchos especímenes que incluyen cráneos bien preservados (Fig. 9B) permite un mejor estudio taxonómico de los grupos representados. Los restos vegetales constituyen el 7% y el 1% restante lo ocupan los coprolitos (materia fecal fosilizada) que seguramente corresponden a peces. Los fósiles además tienen la ventaja de estar preservados como parte y contraparte, mediante las cuales se puede reconstruir una imagen 3D de cómo eran en vida. La exquisita preservación de los fósiles y la posibilidad de determinar comportamientos reproductivos a través de la preservación de especímenes en distintos estadios ontogenéticos, le confieren a las "bochas de San Gregorio" un estatus de Konservat Lagerstätte (yacimiento de conservación), que al igual que el descripto para la Formación Mangrullo (Piñeiro et al., 2012), podría ser considerado entre los más antiguos de América del Sur, una vez que se profundice en los estudios bioestratigráficos y se calibre mejor su posición estratigráfica y su edad.

Lamentablemente no podemos establecer comparaciones muy detalladas entre los nuevos especímenes de peces ganoideos y de ammonoideos goniatíticos colectados por uno de los autores (MM) y los que fueron descriptos para estas concreciones previamente por Darcy Closs y Laurence

Beltán, dado que los especímenes estudiados por estos especialistas fueron llevados fuera del Uruguay y nunca fueron devueltos para que formen parte de las colecciones uruguayas como corresponde. Hoy en día su ubicación se desconoce. No obstante, en un primer acercamiento al estudio de los especímenes colectados recientemente en el yacimiento de Ruinas de Beisso, es posible que algunos pertenezcan a las especies ya descriptas, y otros representen nuevos taxones.

Es importante destacar que el descubrimiento de las concreciones fosilíferas en Ruinas de Beisso ha propiciado la generación de una nueva colección que permanecerá en Uruguay, como patrimonio nacional fosilífero preservado en un museo que pronto estará establecido en la zona de San Gregorio de Polanco, el cual será complementario del ya existente Museo de Geociencias ubicado en la ciudad de Tacuarembó, mediante la exposición exclusiva de los fósiles contenidos en las concreciones de la Formación San Gregorio-Tres Islas.

3.8 LA FORMACIÓN SAN GREGORIO-TRES ISLAS ES UN POTENTE ACUÍFERO DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Existe consenso en el hecho de que la Formación San Gregorio-Tres Islas es un acuífero muy productivo (Montaño et al., 2002, 2006, 2007, 2008), no obstante, la discusión se centra en si esta unidad forma parte o no del Sistema Acuífero Guaraní (SAG). Un reciente estudio hidrogeológico (Meroni et al., 2021), que incluye una detallada caracterización litoestratigráfica de las unidades de la Cuenca de Paraná en Brasil y su extensión al Sur en Uruguay, donde recibe el nombre de Cuenca Norte (De Santa Ana et al., 2006), encontró evidencias que sugieren una probable conexión hidráulica, tanto vertical como horizontal entre las unidades consideradas por Montaño et al. (2002) como SAG típico (incluyendo la sucesión mayoritariamente arenosa de Paso Aguiar, Yaguarí-Buena Vista, Cerro Conventos, Tacuarembó y Rivera) y SAG Pérmico (que incluye un paquete de rocas mayoritariamente arenosas de San Gregorio-Tres Islas en la base más las lutitas de Cerro Pelado y los limos, arcillas y esquistos de las formaciones del Grupo Melo). Tal conexión está garantizada por el rol que representan las fallas que atraviesan totalmente la secuencia llegando hasta el basamento cristalino (Bossi and Schipilof 1998). Por otra parte, la influencia de los diques en la interacción de los acuíferos debe ser mejor estudiada.

Así como las fallas conectan las unidades del SAG típico con las del SAG Pérmico subyacente, también en el tope, esta sucesión de acuíferos está en contacto e interactúa con los basaltos de la Formación Arapey que también están extensivamente fracturados y constituyen un acuífero superficial moderadamente productivo para el norte y noroeste del país. No obstante, algunos autores opinan que dada la baja permeabilidad de los basaltos, esa conexión debe ser mínima y más estudios son necesarios para determinar la dimensión de estas interacciones (Meroni



et al., 2021). Cualquiera sea el resultado final que tome esta discusión actual sobre la caracterización del SAG, es menester destacar que la Formación San Gregorio-Tres Islas en la zona de San Gregorio de Polanco (Fig. 10) es un recurso fundamental para la salud de los cuerpos de agua superficiales que abundan en la región, y que aportan su caudal al Río Negro. Además, este acuífero asegura también la preservación del ecosistema del propio río y de los ambientes asociados al mismo, siendo razones más que importantes para su cuidado y conservación.

3.9 ROCAS Y FÓSILES REPRESENTAN UN PATRIMONIO CULTURAL RECUPERADO EN LA ZONA DE RUINAS DE BEISSO (DEPARTAMENTO DE DURAZNO) A ORILLAS DEL DESBORDADO RÍO HUM

La zona conocida como Ruinas de Beisso está ubicada sobre la margen izquierda del Río Negro en el Departamento de Durazno frente al pueblo de San Gregorio de Polanco que se ubica en el departamento de Tacuarembó; el río sirve de límite entre ambos (Fig. 11).

Figura 8. Fotografías del yacimiento de la Formación San Gregorio en Ruinas de Beisso que muestra la presencia de dropstones de gran tamaño (A y B) y otros más pequeños (C) en los ritmitos pelíticos. Escalas: en A y B la piqueta mide 27 cm y en C la escala equivale a 1 cm. Créditos: Graciela Piñeiro.

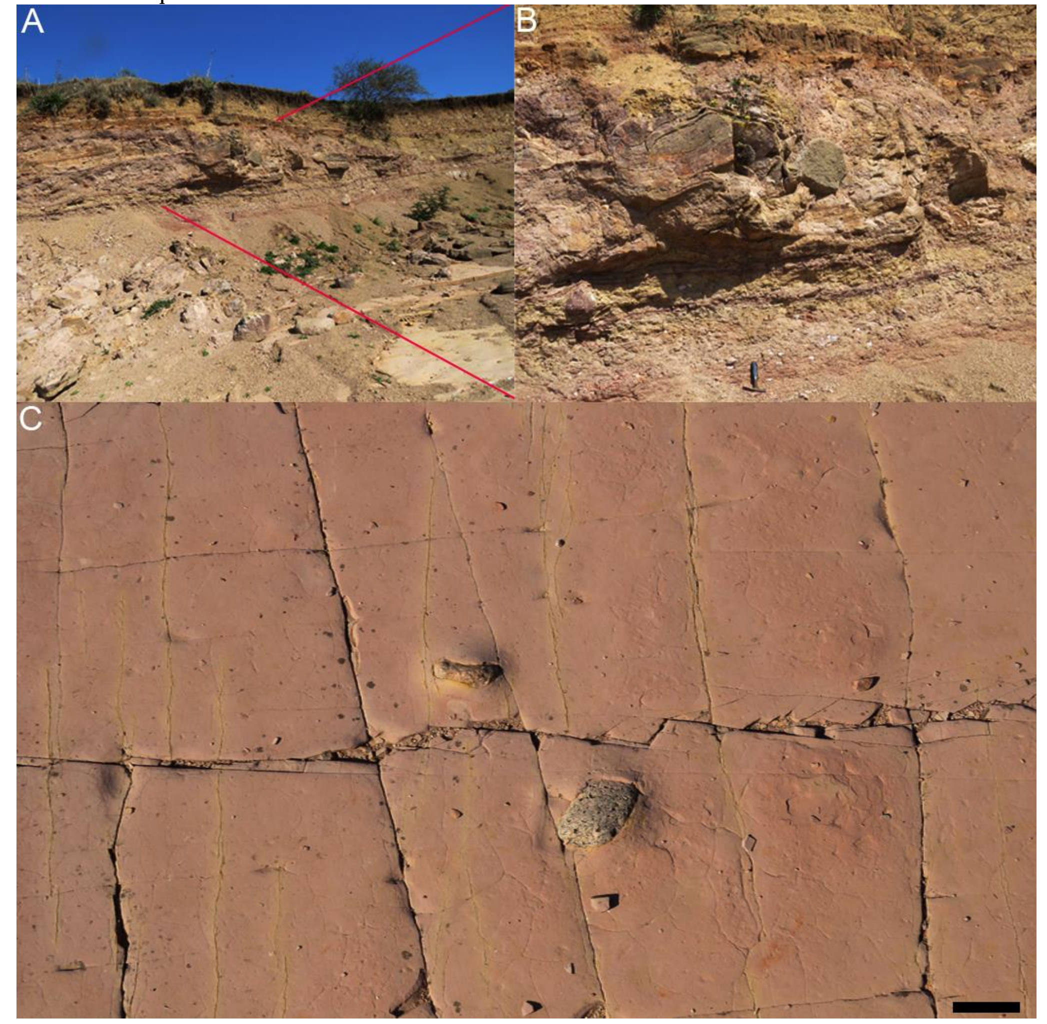
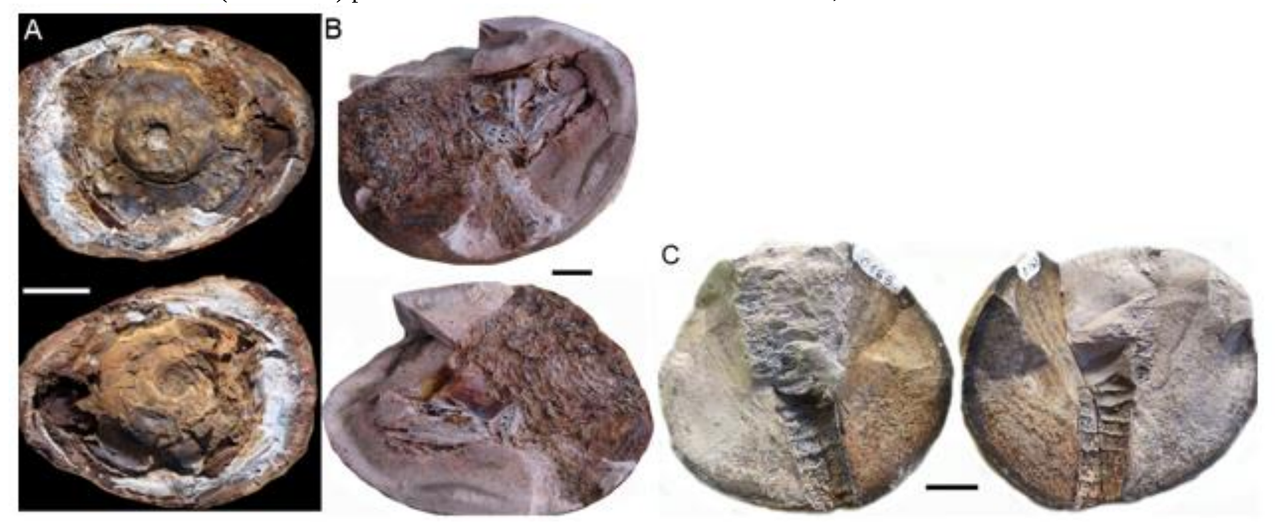




Figura 9. Fósiles preservados en concreciones sideríticas de la Formación San Gregorio en la zona de Ruinas de Beisso. (A). JMM-IMT 164. Parte y contraparte de un ammonoideo goniatite (B). JMM-IMT 222. Parte y contraparte de un pez ganoideo preservando el cráneo y la región anterior del cuerpo. C. Parte y contraparte de un cefalópodo nautiloideo con conchilla rectilínea (orthocono) parcialmente conservado Escalas: A: 20 mm; B: 10 mm. Créditos: Graciela Piñeiro.



Las Ruinas de Beisso comprenden un área de 2 kilómetros de radio donde el río desbordado ha erosionado los márgenes y generado barrancas, dejando expuestas capas de roca de la Formación San Gregorio-Tres Islas (sensu Bossi, 1966) que antes de la represa no tenían contacto con el río, quizás la cadena de cerros bajos que allí existía, hoy se ha transformado en las barrancas que se observan a lo largo del río Negro en esta zona.

Figura 10. Fotografías que muestran los distintos afloramientos de la Formación San Gregorio-Tres Islas cercanos al balneario San Gregorio de Polanco. Estas rocas expuestas que ocupan extensas áreas a lo largo de las márgenes del Río Negro constituyen las principales áreas de recarga del acuífero.





ISSN: 2595-573X

Figura 11. Ubicación geográfica de la zona de las Ruinas de Beisso donde se encuentran yacimientos rocosos fosilíferos correspondientes a la Formación San Gregorio-Tres Islas (sensu Bossi, 1966). Modificado de Google Maps.



Mientras tanto, los yacimientos rocosos que se observan en la zona de Ruinas de Beisso fueron depositados en un ambiente postglaciar como lo sugiere la presencia de rocas típicas de estos ambientes: tillitas y diamictitas entremezcladas con areniscas finas y gruesas y también niveles de ritmitos pelíticos con presencia de dropstones (clastos de diverso tamaño que son removidos por el glaciar y caen por gravedad hacia el fondo de los lagos glaciares formados por sedimentos no consolidados) (Fig. 8). Dichos lagos se forman cuando el mejoramiento climático produce el movimiento de los glaciares durante la deglaciación y están asociados a ambientes marginales marinos y fluviales en climas más templados (Beri et al., 2010).

4 CONCLUSIONES

Luego de haber analizado los diversos aspectos que ayudaron a comprender los impactos que la instalación de una usina de generación hidroeléctrica produce en el ecosistema de los ríos, y en este caso particular sobre el Río Hum de los indígenas (Río Negro actual) en el Paso Polanco, podemos concluir que algunos cambios han sido instantáneos y otros graduales. Dentro de los cambios inmediatos y más notorios se destaca la inundación de tierras previamente ocupadas por extensos montes nativos, lo que significó una importante pérdida de biodiversidad tanto en especies vegetales como animales por la pérdida de sus hábitats.

El drástico cambio que significó la aparición del lago en la dinámica hidráulica del río afectó a varias especies de peces autóctonos que no lograron remontar río arriba un enorme lago con un entramado obstáculo generado por los restos de troncos y ramas del monte inundado. La ausencia de esos peces propició la radiación de especies que pudieron adaptarse a las nuevas condiciones, produciéndose también la introducción de otros grupos, ya sea de vertebrados como de invertebrados, que representan especies exóticas muy invasoras. No obstante, la mayoría de los

integrantes de la fauna nativa terrestre se adaptó mejor a las nuevas condiciones, ocupando espacios de monte nativo cercanos.

En cuanto a las consecuencias sociales que la represa representó para la población de San Gregorio de Polanco posteriormente a 1945, se verificó en un primer momento, un descenso demográfico importante, de acuerdo a testimonios de algunos vecinos que resultaron relevantes. Otras consecuencias de corte más grave, fue la inundación de pueblos que estaban en franco desarrollo y se detuvieron proyectos que habían sido muy esperados por la comunidad, tales como puentes y vías de trenes que generarían una más fluida comunicación con las más importantes ciudades capitales.

Es interesante notar también que nuestras investigaciones sugieren que en tiempos más recientes, el río fue afectado por otros proyectos que se instalaron en la región, básicamente representados por una expansión de la agricultura de secano y de las plantaciones de árboles exóticos que suplantaron a una buena parte de los montes nativos que sobrevivieron a la instalación de la represa, impactando muy negativamente a la fauna del lugar por pérdida de hábitats y reducción de los principales ítems de su dieta.

Figura 12. Monte nativo presente en la zona de Ruinas de Beisso, el cual preserva las especies nativas que existían antes del desborde del río por la construcción de la represa. Su presencia está basada en que son áreas en las que el agua no ha inundado y merecen que se asegure su preservación.



Actualmente, si bien la zona continúa manteniendo algunos espacios naturales (Fig. 12), no se puede garantizar que no vayan a ser desmantelados por el avance exacerbado de la forestación, la cual podría incluso afectar las reservas de agua subterránea aportadas por el acuífero San Gregorio-Tres Islas y las unidades arenosas del Grupo Durazno de edad Devónico, existentes en esa



zona. La relación entre las raíces de los eucaliptos y los acuíferos superficiales ha sido demostrada recientemente por estudios realizados en el Departamento de Cerro Largo en los acuíferos de la Formación Yaguarí (Mármol, 2021).

Estudios geológicos y paleontológicos que se han realizado en la zona de la represa de Rincón del Bonete y de San Gregorio de Polanco, han sido posibles gracias a los cambios en los patrones geomorfológicos de la dinámica de flujo adoptados por el Río Negro luego de la inundación del lago, los cuales erosionaron las márgenes y formaron barrancas donde hoy se pueden hallar importantes fósiles que representan taxones previamente poco estudiados. Los fósiles en su mayoría, se preservan dentro de concreciones sideríticas y fosfáticas asociadas a los depósitos de la base de la Formación San Gregorio y su recuperación se considera una consecuencia positiva de la Represa de Rincón del Bonete. Estos depósitos han permitido no solo realizar una revisión estratigráfica de los depósitos portadores de los fósiles sino también describir un nuevo yacimiento de conservación (Konservat-Laggerstätte) para el registro fósil del Uruguay, el cual se encuentra entre los más antiguos de América del Sur.

Tanto los fósiles como las rocas que los contienen representan un bien patrimonial que debe ser preservado para las futuras generaciones con la colaboración de autoridades departamentales que aprobaron recientemente un proyecto para la construcción de un Sitio Paleontológico en el Balneario de San Gregorio de Polanco donde los fósiles tendrán la oportunidad de ser estudiados por especialistas nacionales y del extranjero, además de apreciados por los lugareños, contribuyendo así con el desarrollo del turismo, no solo en cada temporada de verano, sino como atracción recreativa durante todo el año.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a los vecinos de San Gregorio de Polanco que contribuyeron con valiosa información sobre los acontecimientos que rodearon a la construcción de la represa hidroeléctrica Dr. Gabriel Terra en Rincón del Bonete. En especial queremos destacar la invaluable colaboración del periodista Toño Pereira que nos proporcionó fotos de la época pre-represa que se dan a conocer por primera vez en un trabajo científico y que han ilustrado de manera muy representativa los cambios ambientales, sociales y culturales que ha sufrido la región de San Gregorio de Polanco, los cuales constituyeron el principal objeto de estudio de este trabajo. Pedro Xavier y César Goso realizaron importantes aportes al manuscrito original que son muy apreciados.

REFERENCIAS

Bacchetta, V. 2020. Cambios ambientales ponen en peligro la piscicultura en el Río Negro. Revista Sudestada, 11-04-20. https://www.sudestada.com.uy/articleId__6d5aa5ec-9631-491a-ae8a-746a7dbfd2c4/10893/Detalle-de-Noticia

Beltan, L. 1977. Découverte d´une ichtyofaune dans le Carbonifère supérieur d´Uruguay. Rapports avec les faunes ichtyologiques contemporaines des autres régions du Gondwana. Annales de la Société Géologique du Nord, 97:351–355.

Beltan, L. 1981. Coccocephalithchys tessellatus n.sp. (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Carboniferous of Uruguay. II Congreso Latinoamericano de Paleontología, Porto Alegre, Anais I: 95–106.

Beltan, L. 1988. The paleoichthyofauna from the San Gregorio Formation (Late Carboniferous or Early Permian) of South America. 7th Gondwana Symposium, Abstracts 39, São Paulo.

Beri, Á. y Daners, G. 1996. Palinomorfos de la perforación Cerro Largo Sur Nº 4, Pérmico Inferior, Uruguay. Revista Chilena de Historia Natural, 6: 163–170.

Beri, Á. y Goso, C.A. 1998. Análisis Palinológico y Estratigráfico de la Fm. San Gregorio (Pérmico Inferior) en el área de los Cerros Guazunambí, Cerro Largo, Uruguay. Revista Española de Micropaleontología, 28: 67–79.

Beri, Á., Gutiérrez, P., Cernuschi, F., Balarino, L. 2006. Palinología del Pérmico Inferior en la perforación DCLS-24 (Formación San Gregorio), departamento de Cerro Largo, Uruguay. Parte I: esporas, algas, prasinofitas y acritarcas. Ameghiniana, 43, 227–244.

Beri, Á., Martínez-Blanco, X. & Mourelle, D. 2010. A synthesis of palynological data from the Lower Permian Cerro Pelado Formation (Paraná Basin, Uruguay); A record of warmer climate stages during Gondwanan glaciations. Geologica Acta, 8(4):419–429. DOI:10.1344/105.000001580

Bossi, J. 1966. Geología del Uruguay. Depto. Publ. Universidad de la República. Montevideo, 469 p.

Bossi, J. & Navarro, R. 1991. Geología del Uruguay. Montevideo: Universidad de la República, 970 p.

Bossi, J. & Schipilof, A. 1998. Grupo Arapey: basaltos confinantes del Acuífero Guaraní en Uruguay. Agrociencia, 2 (1): 12–25.

Braun, A., Sprechmann, P. & Gaucher, C. 2003. Stratigraphic age of phosphorite-nodules from the San Gregorio Formation of Uruguay. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie Monatshefte, 12: 739–748.

Calisto, V. and Piñeiro, G. 2019. A large cockroach from the mesosaur-bearing Konservat-Lagerstätte (Mangrullo Formation), Late Paleozoic of Uruguay. PeerJ, 7: e6289.

Clavijo, C. & Carranza, A. 2018. Critical reduction of the geographic distribution of Cyanocyclas (Cyrenidae: Bivalvia) in Uruguay. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems: 1–4. https://doi.org/10.1002/aqc.2941

Dalin C., Wada Y., Kastner T. & Puma M.J. (2017). Groundwater depletion embedded in international food trade, Nature, 543, pp. 1–17, doi: 10.1038/nature21403

daSilva, GCX., Medeiros de Abreu, C.H., Ward, N.D., Belúcio, L.P., Brito, D.C., Cunha, H.F.A. & da Cunha, A.C. 2020. Environmental Impacts of Dam Reservoir Filling in the East Amazon. Front Water, 2:11.doi: 10.3389/frwa.2020.0001

De Santa Ana, H., Beri, A., Goso, C. & Daners, G. 1993. Análisis estratigráfico de la formación San Gregorio (Pérmico Inferior), en los testigos del pozo Cerro Largo Sur N°4. (DI.NA.MI.GE), Uruguay. Revista Brasileira de Geociencias, 23(4): 347–351.

De Santa Ana, H., Goso, C., Daners, G., 2006. Cuenca Norte: Estratigrafía del Carbonífero-Pérmico. In: Veroslavsky, G., Ubilla, M., Martínez, S. (eds.). Cuencas Sedimentarias de Uruguay: Geología, Paleontología y Recursos Naturales. Montevideo, Facultad de Ciencias de Uruguay (DIRAC), 147–208.

Di Baldassarre, G., Wanders, N., AghaKouchak, A., Kuil, L., Rangecroft, S., Veldkamp, T.I.E., Garcia, M., van Oel, P.R. Breinl, K., & Van Loon, A. F. 2018. Water shortages worsened by reservoir effects. Nature Sustainability, 1(11): 617–622. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0159-0

Di Baldassarre, G., Mazzoleni, M., Rusca, M. 2021. The legacy of large dams in the United States. Ambio, 50:1798–1808. https://doi.org/10.1007/s13280-021-01533-x

Favero, M., Copello, S., García, G., Mariano-Jelicich, R., Ravasi, T. & Seco Pon, J.C. 2016. Aves marinas de las costas bonaerenses. En: Celsi, C. & Athor, J. (eds.) La Costa Atlántica de Buenos Aires – Naturaleza y Patrimonio Cultural, Capítulo 3: 369–384. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Argentina.

Flaminio, S., Piégay, H. & Le Lay, Y.F. 2021. To dam or not to dam in an age of anthropocene: Insights from a genealogy of media discourses. Anthropocene, 36: 100312. https://doi.org/10.1016/j.ancene.2021.100312

Gaucher, C., Poiré, D.G., Bossi, J. Sánchez Bettucci, L., & Beri, A. 2013. Comment on Bilaterial Burrows and Grazing Behaviour at >585 Million years ago. Science, 339 6122: 906. DOI: 10.1126/science.1230339

Goso, C. 1995. Análise estratigráfica da Formação São Gregorio na borda leste da Bacia Norte uruguaia. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro, 214 pp.

Infobae, 7 de noviembre de 2022. Cómo hizo Uruguay para que el 94% de su electricidad proviniera de fuentes renovables. https://www.infobae.com/america/soluciones/2022/08/08/como-hizo-uruguay-para-que-el-94-de-su-electricidad-proviniera-de-fuentes-renovables/

Marmol, S. 2021. Exploración radicular profunda en plantaciones de Eucalyptus grandis: estudio del perfil continuo del suelo saprolito-roca, su interacción con las raíces y aportes silviculturales, agronómicos y ecológicos. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 175 p.



Marren, P. M., Grove, J. R., Webb, J. A., Stewardson, M. J. 2014.The impact of dams on floodplain geomorphology: are there any, should we care, and what should we do about it? In: I.D.Rutherfurd, G.J. Vietz (Eds.), Proceedings of the 7th Australian Stream Management Conference: Catchment to Coast (pp. 74–80).Townsville, Queensland.

Meroni, E., Piñeiro, G. & Gombert, P. 2021. Geological and hidrogeological reappraisal of the Guaraní Aquifer System in the Uruguayan area. Larhyss Journal, 48: 109–133.

Montaño, J., Da Rosa Filho, E.F., Chemas Indi, E., Cicalese, H., Montaño M., Gagliardi, S. 2002. Importancia de las estructuras geológicas em el modelo conceptual del Sistema Acuífero Guaraní-Área Uruguaya, Revista Aguas Subterráneas, No. 16, pp. 149–157.

Montaño, J., Peel, E., Pérez, A. 2006. Recursos hídricos subterráneos. El Sistema Acuífero Guaraní (SAG), In: Veroslavsky G, Ubilla M, Martínez S (Eds.), Cuencas Sedimentarias de Uruguay-Mesozoico, DIRAC-Facultad de Ciencias, pp. 193–214.

Montaño, J., Collazo, M.P., Decoud, P. 2007. Característica del Sistema Acuífero Guaraní en el Uruguay, X Congresso Brasileiro de Aguas subterráneas, pp. 1–9.

Montaño, J., Tujvhneider, O., Auge, M., Fili, M., Paris, M., D'elia, M., Pérez, M., Nagy, M., Collazo, P. & Decoud, P. 1998. Acuíferos Regionales en América Latina-Sistema Acuífero Guaraní. Capítulo Argentino-Uruguayo, UN, Santa Fe, Argentina, ISBN 987-508-033-0.

Normando, F.T., Santiago, K.B., Gomes, M.V.T., Rizzo, E. & Bazzoli, N. 2014. Impact of the Três Marias Dam on the reproduction of the forage fish Astyanax bimaculatus and A. fasciatus from the São Francisco River, down stream from the dam, southeastern Brazil. Environmental Biology of Fishes, 97(3): 309–319. http://dx.doi.org/10.1007/s10641-013-0153-3.
Núñez Demarco, P., Ferigolo, J., and Piñeiro, G. 2022. Isometry in mesosaurs: Implications for growth patterns in early amniotes. Acta Palaeontologica Polonica, 67 (2): 509–542.

Paolucci, E., Cataldo, D. & Boltovskoy, D. 2012. Un mejillón invasor alimenta a crías de peces nativos. Ciencia Hoy, 22 (127): 40–45.

Pecoits, E., Kurt, Konhauser, O., Aubet, N., Heaman,L.M., Veroslavsky, G. Stern, R.A, Gingras, M. K. 2012. Bilaterian Burrows and Grazing Behavior at >585 Million Years Ago. Science, VOL 336 29 JUNE 2012

Perfil | Observatorio Territorio Uruguay (opp.gub.uy)

Piñeiro, G., Ramos, A., Goso, C., Scarabino, F., and Laurin, M. 2012c. Unusual environmental conditions preserve a Permian mesosaur-bearing Konservat-Lagerstätte from Uruguay. Acta Palaeontologica Polonica, 57: 299–318.

Piñeiro, G., Núñez Demarco, P., and Meneghel, M.D. 2016. The ontogenetic transformation of the mesosaurid tarsus: a contribution to the origin of the primitive amniotic astragalus. PeerJ 4: e2036.

Piñeiro, G., Ferigolo, J., Mones, A., and Núñez Demarco, P. 2021. Mesosaur taxonomy reappraisal: are Stereosternum and Brazilosaurus valid taxa? Revista Brasileira de Paleontologia, 24: 205–235.

Šilhán, K., Ružek, I. & Burian, L. 2016. Dynamics of gully side erosion: a case study using tree roots exposure data Open Geosciences, 8 (1): 108-116. https://doi.org/10.1515/geo-2016-0013



Veroslavsky, G., de Santa Ana, H., & Daners, G. 2006. Tacuarí Formation (Nov.Nom): Lithostratigraphy, facies, environment, age and geological significance (Cerro Largo, Uruguay). Revista de la Sociedad Geológica del Uruguay, 13: 21–23.

El Parque Lineal De San Gregorio De Polanco Esta Entre Los 11 Proyectos Aprobados Por La Opp Tacuarembó2030 (Tacuarembo2030.Com). 2013.